

# MANAJEMEN DAN SISTEM MONITORING INKUBATOR BAYI BERBASIS LAN

Irwan Paundra Sakti<sup>1</sup>, Akhmad Hendriawan,ST,MT<sup>2</sup>, Ir. Kemalasari,MT<sup>3</sup>, Bambang Sumantri,ST,M.Sc<sup>4</sup>

*Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*

*Institute Teknologi Sepuluh November Surabaya*

[irwan@student.eepis-its.edu](mailto:irwan@student.eepis-its.edu)

[hendri@eepis-its.edu](mailto:hendri@eepis-its.edu)

## ABSTRAK

Penelitian tentang inkubator bayi sudah banyak dilakukan sebelumnya. Sudah ada sistem untuk mengontrol suhu dalam inkubator bayi. Namun pada penelitian sebelumnya belum ada standart komunikasi yang bagus untuk memonitor dan mengelola banyak inkubator bayi seperti menggunakan jaringan. Oleh karena itu proyek akhir ini memberikan solusi untuk memenuhi kelemahan tersebut dengan menambahkan jaringan LAN dengan memonitor suhu dan kelembapan inkubator bayi serta manajemen bayi yang terkomputerisasi secara sentral. Sistem manajemennya berupa penjadwalan minum susu bayi dan perekaman data untuk mengetahui banyaknya bayi minum susu, BAB dan pipis. Berdasarkan pengujian hasil akhir yang didapat ialah monitoring suhu inkubator range 28°-36,5°C, kelembapan range 30-80%, dan tampilan penjadwalan serta perekaman data aktifitas bayi. Sehingga diharapkan kita bisa mempermudah seorang bidan untuk merawat bayi jika terdapat lebih dari satu inkubator bayi.

**Katakunci:** Monitoring, Inkubator Bayi, LAN (local Area Network), UDP.

## 1. PENDAHULUAN

Perawatan bayi pada saat setelah proses kelahiran merupakan hal sangat penting. Bayi yang baru lahir mempunyai tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap lingkungan di sekitarnya apalagi dengan suhu udara disekitarnya. Bayi yang baru lahir dianjurkan untuk segera di handuki sampai bersih lalu di selimuti sampai hangat sebelum dimandikan atau ditimbang. Perawatan bayi baru lahir dalam hal menjaga kehangatan tubuh bayi dianjurkan menggunakan kanguru, yaitu bayi dalam pelukan sang ibu kulit bayi menempel pada kulit ibu layaknya hewan kanguru. Akan tetapi tidak setiap kondisi sang ibu dapat menerapkan metode ini. Hal ini disebabkan kadang kala kondisi sang ibu yang tidak sadarkan diri atau masih terbaring lemas setelah proses kelahirannya. Maka ditemukanlah sebuah alat untuk menjaga kondisi tubuh bayi yang baru lahir yaitu inkubator bayi. Pada umumnya inkubator bayi hanya memberikan radiasi panas pada suhu tertentu saja dan tidak ada suatu manajemen dan monitoring khusus kondisi bayi. oleh karena itu dibutuhkan inkubator bayi yang dapat dimonitor dari jarak jauh.

Berdasarkan [1] dan [2] bayi baru lahir suhu tubuhnya ialah antara 36,5 °C - 37,5°C. Dengan range kecil tersebut maka dibutuhkan suatu pengontrolan otomatis untuk memonitoring kondisi suhu itu. Dalam kurung waktu tertentu (sehari / seminggu) seharusnya dilakukan suatu record data kondisi dan kegiatan bayi seperti berapa kali dia minum ASI, berapa kali dia BAB, berapa kali dia menangis dan seterusnya. Oleh karena itu disamping ada sistem

pengontrolan suhu diperlukan juga suatu sistem untuk merekam kondisi dan kegiatan bayi dalam inkubator.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Dewasa ini perkembangan alat inkubator bayi telah berkembang dengan semakin canggih untuk mendekati kondisi yang sama dengan kondisi bayi waktu di perut sang ibu. Perkembangannya naik dari segi bentuk, sistem elektriknya, sampai pada sistem kontrol suhunya.

Proyek akhir ini mengacu pada proyek sebelumnya terkait dengan inkubator bayi untuk dikembangkan. Proyek sebelumnya itu seperti tugas akhir dari [3] dan [7]. Sistem kendali suhu pada inkubator bayi prematur ini menggunakan sensor LM 35, ADC 0804, Mikrokontroler AT89S51, dan relay yang berfungsi untuk mengedalikan lampu pijar 60 watt sebagai pemanas dan kipas angin sebagai pendingin sekaligus sebagai pensirkulasi udara dalam ruangan. Besar suhu dalam inkubator ini dtampilkan pada LCD. Range suhu yang dikendalikan adalah 32° C – 37° C. Ditinjau dari cara kerja tugas akhir tersebut hanya ditekankan pada sistem kontrol suhu pada inkubator bayi saja.

Maka dari itu dengan sudah adanya sistem kendali suhu seperti tugas akhir diatas maka proyek akhir ini berkembang dengan adanya sistem monitoring dan manajemen setiap inkubator bayi jika ada lebih dari 2 inkubator bayi. Metode yang dipilih ialah komunikasi jaringan LAN dengan protokol UDP. Hal ini mengacu pada penggunaan alat ini pada rumah sakit besar yang pada umumnya menggunakan jaringan LAN pada bangunannya.

## 2.1. Komunikasi UDP

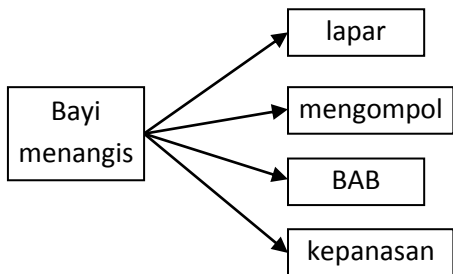
Bedasarkan [6] Untuk komunikasi data antar PC melalui LAN proyek akhir ini menggunakan metode socket programming UDP. UDP ialah singkatan dari *User Datagram Protocol*, adalah salah satu protokol lapisan transpor TCP/IP yang mendukung komunikasi yang tidak andal (*unreliable*), tanpa koneksi (*connectionless*) antara host-host dalam jaringan yang menggunakan TCP/IP.

Pertimbangan menggunakan protocol ini ialah sebagai berikut :

1. Protokol yang "ringan" (*lightweight*): Untuk menghemat sumber daya memori dan prosesor, beberapa protokol lapisan aplikasi membutuhkan penggunaan protokol yang ringan yang dapat melakukan fungsi-fungsi spesifik dengan saling bertukar pesan.
2. Protokol yang tidak membutuhkan keandalan (*unreliable*). Maksudnya ialah Pesan-pesan UDP akan dikirimkan sebagai datagram tanpa adanya nomor urut atau pesan *acknowledgment*.
3. Transmisi broadcast: Karena UDP merupakan protokol yang tidak perlu membuat koneksi terlebih dahulu dengan sebuah *host* tertentu, maka transmisi *broadcast* pun dimungkinkan.

## 2.2. Manajemen Inkubator Bayi

Pada proyek akhir ini bertumpu pada 2 hal penting yaitu sistem monitoring dan juga sistem manajemen pada inkubator bayi. Algoritma manajemen ini ialah proses perekaman, penjadwalan dan tindak lanjut dari semua aktifitas bayi baru lahir pada inkubator. Pada umumnya aktifitas bayi pada 1 hari pertama dalam hidupnya merupakan hal yang riskan bagi sang bayi. 1 hari pertama bayi lahir merupakan proses adaptasi bayi terhadap lingkungan sekitarnya. Umumnya setiap 2 – 3 jam sekali bayi harus minum susu. Apabila ASI ibu belum bisa keluar, maka boleh diganti dengan minum susu dan frekuensi minumnya tak terbatas jika belum 3 jam dia sudah menangis karena lapar, maka ibu boleh memberinya ASI. Satu-satunya media komunikasi bayi dengan sang ibu ialah dengan tangisannya. Saat bayi merasa tidak nyaman dengan segala sesuatu yang ia rasakan maka dia akan menangis. Berikut ialah penggolongan tangisan bayi pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Penggolongan tangisan bayi  
\* keterangan : BAB = Buang Air Besar

Pada proyek akhir ini, tangisan bayi dapat dideteksi namun tidak untuk dianalisa jenis tangisannya. Yang dapat menentukan jenis tangisannya ialah petugas medis (perawat/bidan). Setelah diketahui penyebab bayi menangis, maka perawat langsung memberikan tindak lanjut ke bayi tersebut. Misalnya bayi menangis karena BAB (Buang Air Besar), maka seketika itu perawat mengganti popok bayi tanpa mengeluarkan bayi dari inkubator.

Pada umumnya bayi akan BAB 1-2 kali pada hari pertama dan mengeluarkan tinja yang berwarna hitam kehijauan. Hal ini disebut sebagai *Mekonium*. Hal ini wajar terjadi karena di perut bayi masih ada sisa *plasenta* yang dia makan sewaktu di dalam rahim ibu. Untuk buang air kecil, umumnya dalam 2-3 jam sekali bayi mengompol. Akan tetapi hal ini tergantung seberapa banyak dia minum susu. Semakin banyak bayi minum susu maka semakin sering dia mengompol.

Secara rinci berikut tabel referensi perawatan bayi normal di dalam inkubator ada pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Tabel referensi perawatan bayi normal

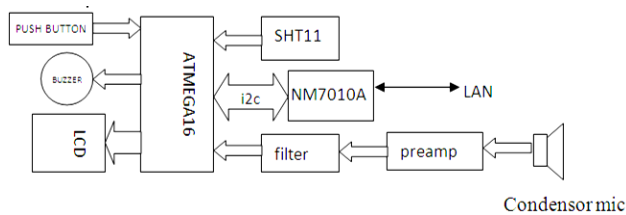
| Jenis Tangisan | Frekuensi normal  |
|----------------|---|
| Lapar          | Minum susu/ASI 8-12 kali dalam sehari   |
| BAB            | 1-2 kali dalam sehari pada hari pertama<br>10-12 kali pada hari-hari berikutnya |
| Mengompol      | 2-3 jam sekali<br>*tergantung banyak sedikitnya minum susu/ASI                  |

Adapun prosedur pemakaian proyek akhir ini ialah sebagai berikut.

1. Sebelum bayi dimasukan kedalam inkubator, bersihkan bayi dengan handuk dan pakaikan kain pakaian bayi.
2. Hidupkan pemanas inkubator bayi dan biarkan sekitar 3 menit untuk memastikan bahwa suhu didalamnya sesuai.
3. Masukan bayi ke dalam inkubator.
4. Jalankan software pada PC client kemudian masukan identitas bayi seperti nama, nama Ibu, Jam/Tgl lahir.
5. 2-3 jam sekali ada peringatan untuk memberi susu bayi. Jika peringatan ini muncul, maka perawat akan langsung menuju inkubator dan memberi susu.
6. Jika bayi menangis maka akan ada *warning* pada PC client lalu perawat akan menghampiri inkubator kemudian memeriksanya apakah lapar, BAB, mengompol, atau tidak nyaman.
7. Setelah diketahui penyebabnya, perawat kemudian memencet tombol opsi untuk feedback ke PC clientnya. Sehingga kegiatan ini pun terekam.
8. Pada PC server, dokter/pihak manajemen hanya mengontrol data rekaman dari semua aktifitas bayi dalam 1 hari kemudian dibandingkan dengan data referensi perawatan bayi normal. Sehingga hasil akhirnya bayi tersebut dapat dikategorikan bayi sehat atau tidak.

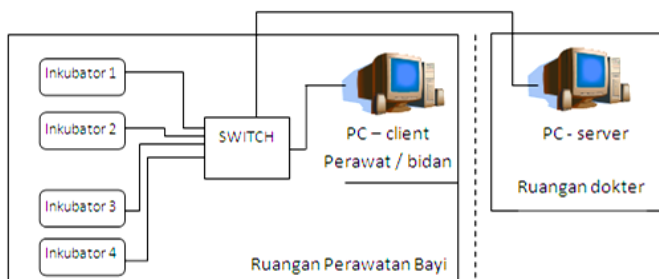
### 3. PERANCANGAN SISTEM

Proyek akhir ini terdiri dari 4 node dan 2 komputer yang terhubung dengan switch. 1 node terdiri dari 2 sensor, mikrokontroler, lcd display, dan modul komunikasi ethernet. Berikut ialah skema rangkaian tiap node (mikro) pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. diagram blok pada setiap inkubator

Kemudian untuk setiap node dipasang ke inkubator bayi dan PC client serta PC server dengan menggunakan switch. Berikut blok diagram susunan node-node (makro) pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. diagram blok system keseluruhan

Berikut ialah tampilan hardware pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Hardware node 1

#### 3.1. Perancangan Software

Pada seksi perancangan software ini dibagi dalam 3 bagian yaitu perancangan software sensor suhu SHT11, komunikasi i2c pada modul NM7010A-LF, dan komunikasi UDP antar node. Yang kemudian kesemuanya itu terintegrasi menjadi satu node.

##### 3.1.1. SHT11

Proses pembacaan data dari sensor suhu sht11 ada 2 macam yaitu pembacaan suhu dan pembacaan kelembapan

(Humidity). Proses pembacaan data sht11 diawali dengan pengiriman sinyal "start" ke sht11. Bentuk sinyal ditunjukkan pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4. sinyal start

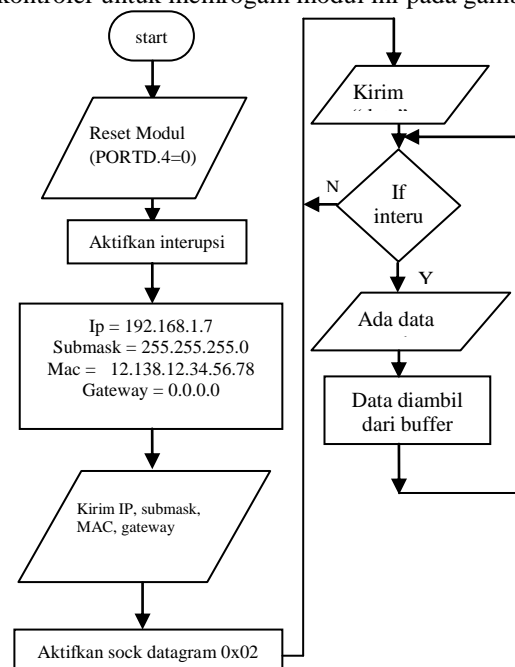
Kemudian mikrokontroler mengirimkan command ke SHT11 untuk pengukuran suhu atau kelembapan. Berikut macam-macam command sht11 ada pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Daftar command SHT11

| Command  | Code        |
|--|-------------|
| Reserved   | 0000x       |
| Measure Temperature  | 00011       |
| Measure Relative Humidity  | 00101       |
| Read Status Register   | 00111       |
| Write Status Register  | 00110       |
| Reserved   | 0101x-1110x |
| Soft reset, resets the interface, clears the status register to default values. Wait minimum 11 ms before next command | 11110       |

#### 3.1.2. Pemrograman NM7010A-LF

Pemrograman modul ethernet NM7010A-LF ini menggunakan komunikasi I<sup>2</sup>C menggunakan pin SDA dan SCL pada PORTC ATMEGA16. Berikut diagram flowchart mikrokontroler untuk memrogram modul ini pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. flow chart NM7010A-LF

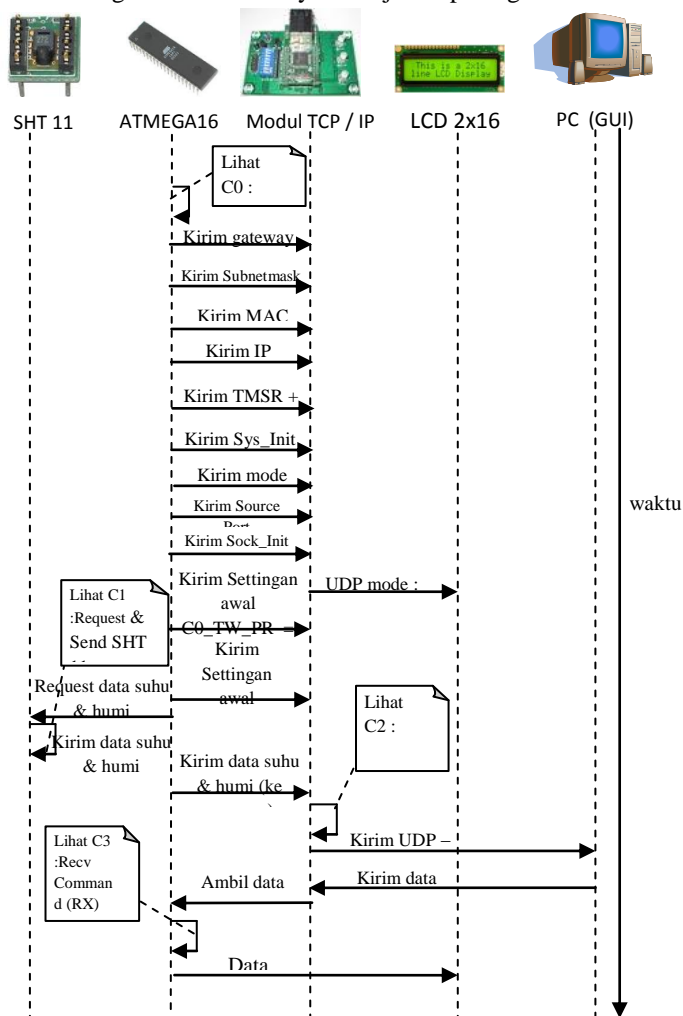
Modul NM7010A-LF ini menggunakan chip W3100A yang merupakan keluaran dari perusahaan WIZNET. Chip W3100A ini merupakan chip network protokol yang dapat diakses salah satunya ialah dengan komunikasi I2C. Di dalam chip W3100A terdapat 512 byte control register dan data buffer. Dimana data buffer ini terdiri dari dua yaitu TX data buffer dan RX data buffer.

Alamat control register yang tersedia ialah dari 0x00 – 0xFF, alamat data buffer TX yang tersedia ialah dari 0x4000 – 0x5FFF, dan alamat data buffer RX yang tersedia ialah dari 0x6000 – 0x7FFF. Dari masing – masing data buffer tersebut terdapat 4 channel yang bisa diakses. Sehingga dari masing – masing alamat data buffer tersebut harus dibagi 4. Pengaturan pembagian data buffer tiap – tiap channel dapat diatur dengan register RMSR (RX memory size register) dan register TMSR (TX memory size register).

Pada intinya pengiriman byte ke alamat-alamat register modul ethernet ini ialah menggunakan komunikasi I2C. Ukuran data yang dikirim ialah 2 byte.

### 3.1.3. Diagram Sekuensial Pada Node

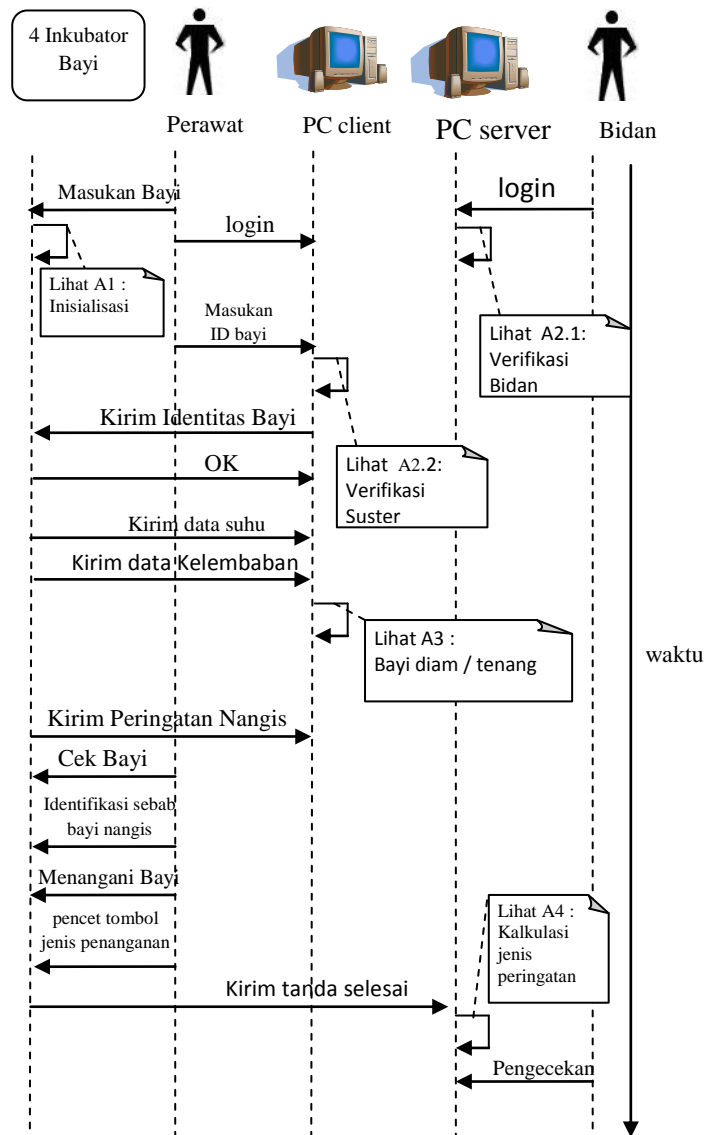
Diagram sekuensialnya ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6. Diagram sekuensial pada tiap node

### 3.1.4. Algoritma Handshaking

Dalam algoritma handshaking terdapat skenario dalam menjalankan sistem pada proyek akhir ini mencakup monitoring dan manajemen inkubator bayi yang terangkum pada diagram sekuensial makro seperti ditunjukkan pada gambar 3.7 berikut ini.



Gambar 3. 7. Diagram sequensial pada tiap node

A1 : Inisialisasi

Pada segmen ini keempat node menjalankan program inisialisasi SHT11, I/O, dan NM7010A.

A2.1 : Verifikasi Bidan

Pada segmen ini, sistem menyeleksi user yang ingin masuk lebih jauh. Jika dalam masukan benar maka sistem bisa dilanjutkan.

A2.2 : Verifikasi Suster

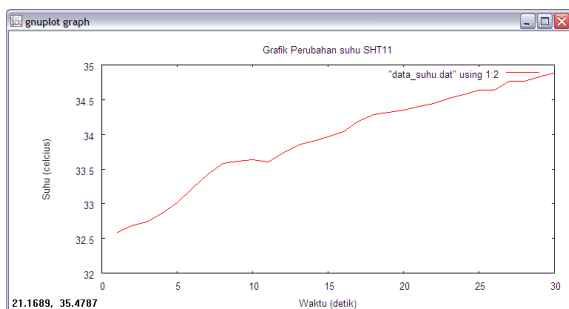
Pada segmen ini, sistem menyeleksi user yang ingin masuk lebih jauh. Jika dalam masukan benar maka sistem bisa dilanjutkan.

A3 : Bayi Diam / Tenang

Jika bayi dalam keadaan tenang atau tidur. Sistem tetap akan stanby dan mengirimkan data suhu dan kelembaban terus ke server

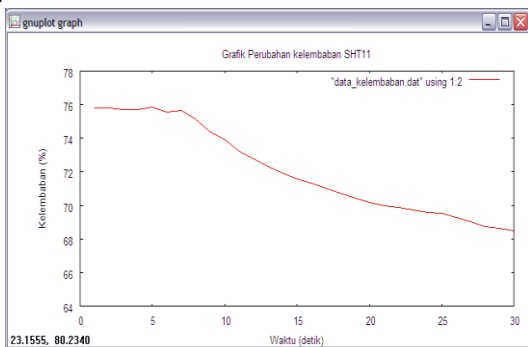
#### 4. HASIL DAN ANALISA

Pada subbab ini dilakukan pengujian sensor suhu SHT11 dilakukan pengukuran suhu dan kelembapan pada range waktu tertentu dengan sumber panas yang tetap. Berikut grafik pengambilan data pengukuran suhu ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 . Grafik kenaikan suhu terhadap waktu

Kemudian yang kedua ialah pengukuran kelembapan. Berikut grafik pengambilan datanya ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 . Grafik kenaikan suhu terhadap waktu

Dari kedua grafik diatas dapat disimpulkan bahwa hubungan antara suhu dan kelembapan yang didapat oleh sensor SHT11 dengan rentan waktu t ialah berbanding terbalik.

##### 4.1 Pengambilan Data

Dari proses pengambilan data suhu dari inkubator 1 sampai inkubator 4 diatas bisa dibuat grafik untuk mendapatkan error rata-ratanya. Berikut tabel perhitungan errornya ada pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Perhitungan Error Rata-rata suhu tiap inkubator

|                   | Suhu rata-rata | Suhu Referensi | Error   |
|-------------------|----------------|----------------|---------|
| Inkubator 1       | 35,25          | 36,4           | 3,159 % |
| Inkubator 2       | 31,81          | 32,0           | 0,593 % |
| Inkubator 3       | 31,88          | 32,1           | 0,404 % |
| Inkubator 4       | 35,47          | 36,5           | 2,821 % |
| Error rata-rata = |                |                | 1,744 % |

Berdasarkan tabel 4.1 diatas terlihat bahwa error terbesar dari keempat inkubator tersebut ialah pada inkubator 1 yakni sebesar 3,159 %. Hal ini dikarenakan oleh penggunaan sensor SHT11 yang berbeda-beda kualitas barangnya. Dan kebetulan inkubator 1 mendapatkan sensor SHT11 yang paling rendah kualitasnya, hal ini terlihat karena bentuk sensor SHT11 tersebut sudah kusam dan seperti terlihat pada tabel, hasil outputnya pun sudah tidak presisi lagi.

Kemudian berikutnya perhitungan error untuk kelembapan tiap-tiap inkubator. Tabel perhitungan error kelembabannya ada pada tabel 4.2 berikut ini.

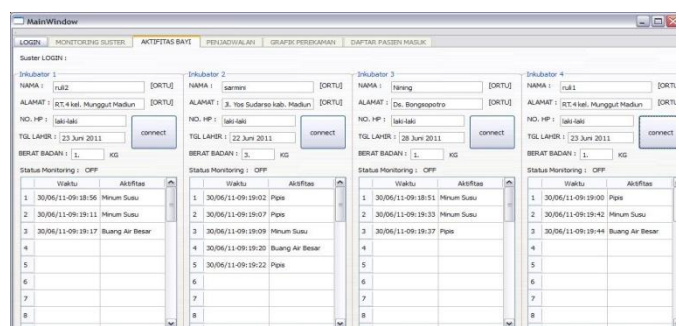
Tabel 4.2. Perhitungan error rata-rata kelembaban

|                   | Kelembapan rata-rata (%) | Kelembapan referensi (%) | Error   |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
| Inkubator 1       | 63                       | 61                       | 3,278 % |
| Inkubator 2       | 78                       | 74                       | 5,405 % |
| Inkubator 3       | 74                       | 68                       | 8,823 % |
| Inkubator 4       | 36                       | 38                       | 5,263 % |
| Error rata-rata = |                          |                          | 5,692 % |

Berdasarkan tabel 4.9 terlihat bahwa ada variasi kelembapan pada tiap-tiap inkubator. Hal ini memang benar adanya, karena setiap inkubator punya penanganan yang beda.

##### 4.2 Pengujian dan Analisa Software

GUI aktifitas bayi ini berfungsi untuk merekam aktifitas bayi berupa minum susu, buang air besar maupun kecil. Ketiga inputan tersebut berasal dari push button yang dipencet oleh suster yang menangani bayi tersebut setelah proses penanganan selesai. Untuk tampilannya ada pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. GUI Aktifitas Bayi

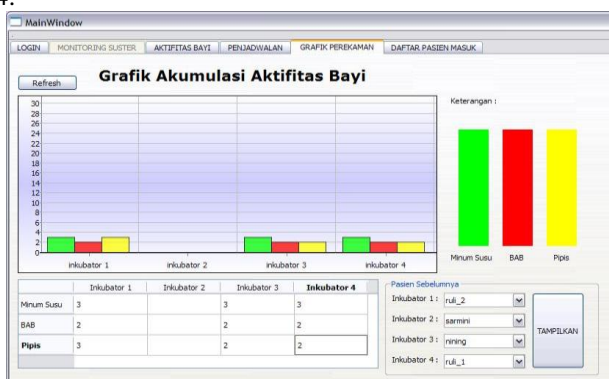


Untuk data selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3. Tabel aktifitas bayi 2 pasien hari pertama

| No | Pasien Ruli 2     |                 | Pasien Sarmini    |                 |
|----|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|    | waktu             | aktifitas       | waktu             | aktifitas       |
| 1  | 30/06/11-11:29:30 | Minum Susu      | 30/06/11-15:03:20 | Buang Air Besar |
| 2  | 30/06/11-15:02:34 | Buang Air Besar | 30/06/11-15:03:24 | Pipis           |
| 3  | 30/06/11-15:02:38 | Pipis           | 30/06/11-15:03:28 | Minum Susu      |
| 4  | 30/06/11-15:02:42 | Minum Susu      | 30/06/11-17:23:24 | Minum Susu      |
| 5  | 30/06/11-15:02:59 | Pipis           | 30/06/11-17:29:24 | Buang Air Besar |
| 6  | 30/06/11-17:33:24 | Minum Susu      | 30/06/11-17:29:27 | Pipis           |
| 7  | 30/06/11-17:35:29 | Pipis           |                   |                 |
| 8  | 30/06/11-17:35:31 | Buang Air Besar |                   |                 |

GUI grafik perekaman berfungsi untuk menampilkan akumulasi dari perekaman aktifitas bayi pada GUI aktifitas bayi sebelumnya. Data yang di akumulasi ialah jumlah minum susu, bab, dan pipis lalu ditampilkan dalam bentuk *BarPlot*. Di sisi kanan bawah juga terdapat fasilitas untuk menampilkan data perekaman sebelumnya yang telah tersimpan pada database. Tampilan GUI-nya ada pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. GUI Grafik Perekaman Bayi hari kedua

Untuk data lengkapnya bisa dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.3. Tabel akumulasi aktifitas bayi

| Nama Pasien | Jumlah     |     |       |
|-------------|------------|-----|-------|
|             | Minum Susu | BAB | Pipis |
| Ruli 2      | 3          | 2   | 3     |
| Sarmini     | 2          | 2   | 2     |
| Nining      | 3          | 2   | 2     |
| Ruli        | 3          | 2   | 2     |
| Marinem     | 4          | 3   | 4     |
| Dita        | 4          | 2   | 4     |
| Tari        | 5          | 3   | 10    |

GUI penjadwalan berfungsi untuk mengatur waktu atau jadwal bayi untuk minum susu. Berikut tampilannya pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. GUI Penjadwalan Bayi

Dari gambar 4.5 diatas merupakan cuplikan gambar dari pengambilan data hari kedua. Tampak bahwa di sisi kiri terdapat waktu bayi tersebut minum susu terakhir kali. Kemudian tampak pula di sisi kanan jadwal bayi untuk minum susu lagi yakni sekitar 2 jam setelah dia minum susu terakhir kali.

## 5. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring dapat berjalan dengan baik dengan menampilkan range suhu rata-rata 28°-36,5°C dan kelembaban 30-80%.
- Sistem handshaking jaringan LAN dengan protokol UDP terbukti efektif dengan kecepatan trnsfer yang baik dan aman karena memiliki standart protokol.
- Sistem manajemen yang tersentralisasi dapat mengefektifkan kinerja suster dalam menangani banyak bayi terutama dalam mengingat karena data record tersimpan pada database secara otomatis.
- Sistem record data ini bisa membantu suster untuk memprediksi aktifitas bayi berikutnya karena data tersebut bermuatan waktu kejadiannya.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Kesehatan RI, 2005. *Manajemen BBLR*. Jakarta : Depkes RI.
- [2] Departemen Kesehatan RI, 2005. *Manajemen Asfiksia Bayi Baru Lahir*. Jakarta : Depkes RI.
- [3] Sihombing, Elisabeth, 2010. *Pembuatan Sistem Kendali Suhu Pada Inkubator Bayi Prematur*. Bandung.
- [4] Roques, Pascal, 2004. *UML in Practice*. England : John Wiley & Sons Ltd.
- [5] W3100A datasheet : <http://www.wiznet.co.kr> [27 Juli 2010].
- [6] Wikipedia UDP [http://id.wikipedia.org/wiki/User\\_Datagram\\_Protocol](http://id.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol) [ 28 Juli 2010 ]
- [7] Panca Setiawan, Gede, 2008. *Perancangan Dan Pembuatan Pengaturan Suhu Inkubator Bayi Berbasis Mikrokontroler At89s51*. Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja.